Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas

Unidade Curricular: **Física Aplicada**

Aulas Laboratoriais

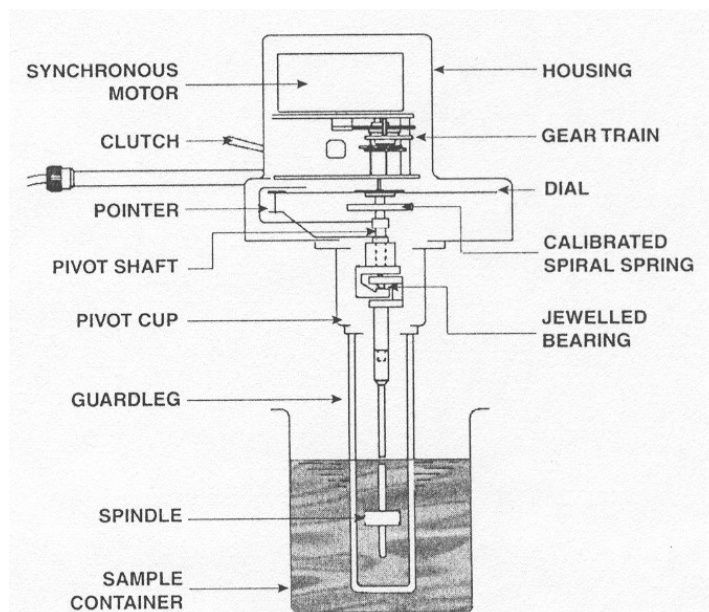
Trabalho laboratorial nº. 4

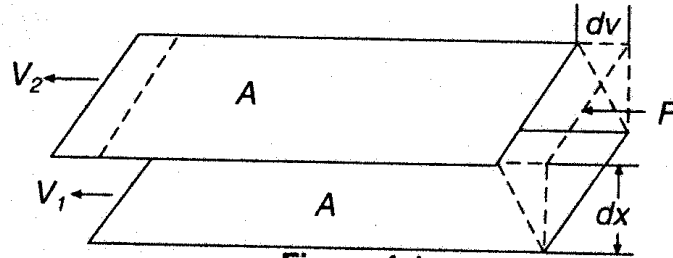
Reologia

DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE UMA SOLUÇÃO DE CARBOXIMETILCELULOSE.

Utiliza-se um viscosímetro rotativo para determinar as características reológicas de uma solução de carboximetilcelulose. Pretende-se avaliar o tipo de comportamento reológico da substância com comportamento não Newtoniano.

4.1 - BREVE REFERÊNCIA A ALGUNS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A determinação das características reológicas de uma solução pode ser realizada utilizando o Viscosímetro Digital Brookfield conforme mostra a figura.

A viscosidade, como se referiu (ver trabalho laboratorial nº 3, parte 1), é a medida da "fricção interna de um fluido que resiste ao escoamento". A fricção torna-se aparente sempre que uma camada do fluido se move em relação a outra. Quanto maior a fricção, maior será a força necessária para provocar movimento, ao qual se chama "shear".

Fluidos muito viscosos requerem maiores forças para se moveram que fluidos menos viscosos.
Isaac Newton definiu viscosidade considerando o seguinte modelo:

Dois planos paralelos de fluido, de igual área "A", estão separados a uma distância "dx" e movem-se na mesma direção a diferentes velocidades "v_1" e "v_2". Newton assumiu que a força necessária para manter esta diferença na velocidade é proporcional à diferença da velocidade através do líquido ou ao gradiente de velocidade.

$$\frac{F}{A} = \eta \times \frac{dv}{dx}$$

Onde F/A indica a força requerida, por unidade de área, para produzir uma ação laminar e designa-se por **tensão de corte** ou "**shear stress**".

A relação, dv/dx é a medida da variação da velocidade à qual as camadas intermédias se movem entre si. Designa-se por **velocidade de corte** ou "**shear rate**".

Newton assumiu que todos os materiais seguiam este comportamento, o qual chamou curiosamente, Fluídos Newtonianos. Contudo, este comportamento é apenas um dos vários tipos de comportamentos conhecidos. No manual do equipamento (disponível em versão pdf) pode consultar diferentes tipos de comportamentos.

Na prática, num **Fluido Newtoniano,** a viscosidade a uma dada temperatura, mantém-se constante, independentemente do modelo do viscosímetro utilizado para efetuar a medição da viscosidade, ou da velocidade à qual se realizou a medição.
Nos **Fluidos Não-Newtonianos** a relação entre F/A e dv/dx não é constante. Isto é, a viscosidade destes fluidos varia com a variação do "shear rate". Neste tipo de fluidos todos os parâmetros tais como, o viscosímetro, os acessórios e a velocidade têm

influência sobre a viscosidade. A viscosidade medida é designada por "**viscosidade aparente**" do fluido e só é exata nas condições experimentais utilizadas.

Existem vários tipos de comportamentos Não-Newtonianos. Caracterizam-se pela forma como a viscosidade varia em resposta às variações do "Shear rate".

- Pseudoplástico
- Plástico
- Dilatante

4.2- EXECUÇÃO LABORATORIAL

4.2.1 – Material e Reagentes

Viscosímetro Digital Brookfield (princípios de funcionamento detalhadamente mencionados no manual de instruções); termómetro; carboximetilcelulose sódica, goblet de 600 mL, água destilada.

4.2.2 – Modo de proceder

1 – Utilize a solução de carboximetilcelulose que se encontra em cima da banca.
Registe a concentração da solução.

2 – Ligue o Viscosímetro Digital Brookfield. O botão encontra-se atrás do equipamento.

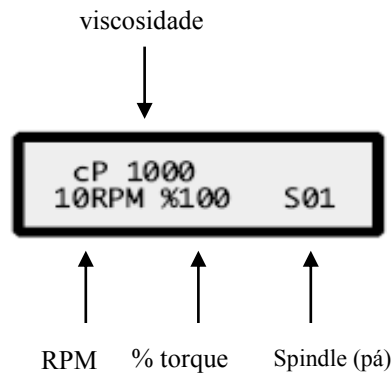
3 – Verifique se o equipamento está programado para o acessório (*spindle*) a ser usado (procure a ajuda do docente).

4 – Coloque o botão speed/spindle na posição à esquerda.

5 – Ajuste o valor da velocidade a 1 rpm.

6 – Coloque o botão speed/spindle na posição central.

7 – Para medir a viscosidade basta ligar o motor no botão MOTOR ON.

8 – Deixe estabilizar. Só deverá registar os resultados quando todos os dígitos presentes no ecrã deixarem de piscar. Deverá registar a velocidade em RPM, a viscosidade bem como, a % de torque aplicado.

9 – Repita o procedimento a partir do ponto 4, para as seguintes velocidades:
1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0; 10.0; 12.0; 20.0; 30.0; 50.0

10 – Repita o procedimento para velocidades de rotação decrescentes.

4.3- Tratamento dos Dados Experimentais

1 – Trace um gráfico da η = f (RPM).
Utilize o mesmo gráfico para traçar as variações da viscosidade com o aumento e diminuição da velocidade de rotação.

2 – Avalie o comportamento reológico da solução de carboximetilcelulose.